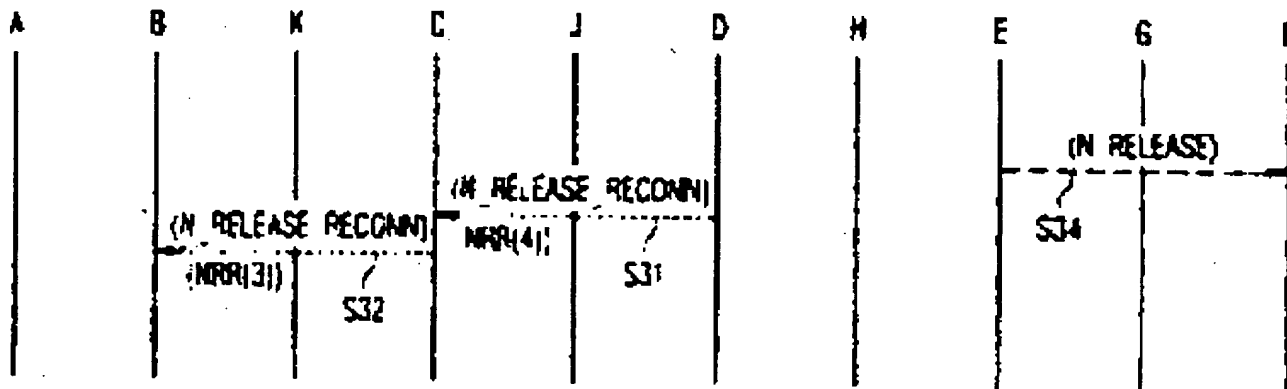


AN: PAT 2002-549738
TI: Automatically switched optical messaging network reinstates connections after connection failure whereby one node informs another of establishment responsibility
PN: **DE10142372-A1**
PD: 18.07.2002
AB: NOVELTY - The network passes optical signals via a first data connection between nodes via intermediate nodes. To establish a second data connection functioning at least partly as a replacement for a failed first connection a third node sends a signaling signal to a fourth node containing a parameter determined by the third node and on the basis of which it is determined whether the fourth node is responsible for establishing the second data connection. DETAILED DESCRIPTION - The network passes optical signals via a first data connection between first and second node devices via several intermediate node devices. In order to establish a second data connection functioning at least partly as a replacement for a failed first connection a third node device sends a signaling signal to a fourth node device containing a parameter determined by the third node device and on the basis of which it is determined whether the fourth node device is responsible for establishing the second data connection or not. INDEPENDENT CLAIMS are also included for the following: a network node device and an optical message transmission method. ; USE - For reinstating connections in automatically switched optical networks. ADVANTAGE - Enables faster establishment if a replacement data connection with anew type of optical message network, new node devices and a new message transmission method. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a schematic representation of a reconnection process.
PA: (BISC/) BISCHOFF M; (CHAR/) CHARZINSKI J;
(SCHU/) SCHUPKE D A; (SIEI) SIEMENS AG; (STIL/) STILLING B;
IN: BISCHOFF M; CHARZINSKI J; SCHUPKE D A; STILLING B;
FA: **DE10142372-A1** 18.07.2002; US2002163686-A1 07.11.2002;
CO: DE; US;
IC: H04B-010/08; H04B-010/20; H04B-010/24; H04J-014/00;
H04L-012/28;
MC: W01-A06; W02-C04;
DC: W01; W02;
FN: 2002549738.gif
PR: US260037P 05.01.2001;
FP: 18.07.2002
UP: 12.07.2004



THIS PAGE BLANK (USPTO)

**19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

Offenlegungsschrift
DE 101 42 372 A 1

⑤ Int. Cl.⁷:
H 04 B 10/24
H 04 B 10/20
H 04 L 12/28

21 Aktenzeichen: 101 42 372.1
22 Anmeldetag: 30. 8. 2001
43 Offenlegungstag: 18. 7. 2002

DE 101 42 372 A1

(30) Unionspriorität:
260037 05. 01. 2001 US

(71) Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

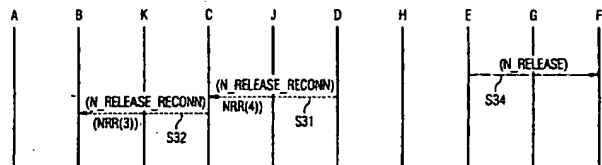
(72) Erfinder:
Bischoff, Mathias, Dr., 81375 München, DE;
Charzinski, Joachim, Dr., 85764 Oberschleißheim,
DE; Schupke, Dominic Axel, 80339 München, DE;
Stilling, Bernd, 81379 München, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54) Vorrichtung und Verfahren zum Wiederherstellen von Verbindungen in automatisch schaltbaren optischen Netzen

51 Die Erfindung betrifft ein optisches Nachrichtennetzwerk (20), ein optisches Nachrichtenübermittlungsverfahren, sowie Netzknoteneinrichtungen (2, 3) zur Verwendung in einem optischen Nachrichtennetzwerk (20), bei welchem über eine erste Datenverbindung zwischen einer ersten Netzknoteneinrichtung (1) und einer zweiten Netzknoteneinrichtung (6) optische Signale unter Zwischenschaltung mehrerer weiterer, miteinander verbundener Netzknoteneinrichtungen (2, 3, 4, 5) ausgetauscht werden, wobei nach einer Störung auf der ersten Datenverbindung zum Aufbau einer zweiten Datenverbindung, welche zumindest teilweise als Ersatz für die erste Datenverbindung fungiert, von einer dritten Netzknoteneinrichtung (3) ein Signalisiersignal (S32) an eine mit der dritten Netzknoteneinrichtung (3) verbundene vierte Netzknoteneinrichtung (2) gesendet wird, welches einen von der dritten Netzknoteneinrichtung (3) ermittelten Parameter (NRR, n) enthält, auf Basis dessen ermittelt wird, ob die vierte Netzknoteneinrichtung (2) für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist oder nicht.



DE 101 42 372 A 1

- [0001] Die Erfindung betrifft ein optisches Nachrichtennetzwerk gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1, Netzknoteneinrichtungen zur Verwendung in einem derartigen optischen Nachrichtennetzwerk, sowie ein optisches Nachrichtenübermittlungsverfahren gemäß Oberbegriff des Anspruchs 17.
- [0002] Optische Nachrichtennetze weisen im Allgemeinen eine erste Sende-/Empfangseinrichtungen auf, von welcher aus über eine Datenverbindung optische Signale unter Zwischenschaltung mehrerer miteinander verbundener Netzknoteneinrichtungen an eine zweite Sende-/Empfangseinrichtung übermittelt werden. Die Netzknoteneinrichtungen können z. B. jeweils über einen oder mehrere Lichtwellenleiter miteinander verbunden sein.
- [0003] Die Datenübertragung innerhalb des Nachrichtennetzwerks erfolgt beispielsweise mit Hilfe von optischen WDM-Binärsignalen ("WDM" = wavelength division multiplex bzw. Wellenlängen-Multiplex). Dabei können über einen einzigen Lichtwellenleiter mehrere, wellenlängengemultiplexte, gepulste optische Signale übertragen werden.
- [0004] Bei den derzeit im Betrieb befindlichen optischen Nachrichtennetzwerken wird die Datenverbindung nicht dezentral von den einzelnen Netzknoteneinrichtungen aus aufgebaut, sondern von einer zentralen Steuereinrichtung bzw. einem zentralen Netzmanagement.
- [0005] Dabei wird neben der eigentlichen "Arbeits"-Datenverbindung – unabhängig von deren Zustand – parallel auch eine "Ersatz"-Datenverbindung aufgebaut. Beim Auftreten von Störungen (oder zu starken Störungen) auf der "Arbeits"-Datenverbindung wird die Datenübertragung dann schnell von der "Arbeits"- auf die "Ersatz"-Datenverbindung umgeschaltet (protection switching).
- [0006] Im Gegensatz zu den derzeit in Betrieb befindlichen optischen Nachrichtennetzen werden bei sog. ASON-Netzwerken (ASON = automatically switched optical network bzw. automatisch vermittelndes optisches Netzwerk) die jeweiligen Datenverbindungen statt von der o. g. zentralen Steuereinrichtung von den Netzknoteneinrichtungen selbst aufgebaut. Hierzu werden entsprechende Signalisiersignale zwischen den einzelnen Netzknoteneinrichtungen ausgetauscht.
- [0007] Die Signalisiersignale können z. B. über entsprechende Signalisierkanäle versendet werden; die Übermittlung der eigentlichen Nutzdaten erfolgt dann über separate Nutzdatenkanäle.
- [0008] Die Erfindung hat zur Aufgabe, ein neuartiges optisches Nachrichtennetzwerk, neuartige Netzknoteneinrichtungen zur Verwendung in einem optischen Nachrichtennetzwerk, sowie ein neuartiges optisches Nachrichtenübermittlungsverfahren zur Verfügung zu stellen.
- [0009] Sie erreicht dieses und weitere Ziele durch die Gegenstände der Ansprüche 1, 15, 16 und 17.
- [0010] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.
- [0011] Gemäß einem Grundgedanken der Erfindung wird ein optisches Nachrichtennetzwerk bereitgestellt, bei welchem über eine erste Datenverbindung zwischen einer ersten Netzknoteneinrichtung und einer zweiten Netzknoteneinrichtung optische Signale unter Zwischenschaltung mehrerer weiterer, miteinander verbundener Netzknoteneinrichtungen ausgetauscht werden, wobei nach einer Störung auf der ersten Datenverbindung zum Aufbau einer zweiten Datenverbindung, welche zumindest teilweise als Ersatz für die erste Datenverbindung fungiert, von einer dritten Netzknoteneinrichtung ein Signalisiersignal an eine mit der dritten Netzknoteneinrichtung verbundene vierte Netzknoteneinrichtung gesendet wird, welches einen von der dritten Netzknoteneinrichtung ermittelten Parameter enthält, auf Basis dessen ermittelt wird, ob die vierte Netzknoteneinrichtung für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, oder nicht.
- [0012] Bevorzugt enthält der Parameter Informationen bezüglich der Distanz zwischen der dritten Netzknoteneinrichtung und einer weiteren, z. B. der zweiten (oder alternativ: der ersten) Netzknoteneinrichtung.
- [0013] Beispielsweise kann die vierte Netzknoteneinrichtung dann für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig sein, wenn die von der vierten Netzknoteneinrichtung ermittelte Distanz zwischen der vierten und der zweiten Netzknoteneinrichtung nicht kleiner ist, als die – um die Distanz zwischen vierter und dritter Netzknoteneinrichtung korrigierte – Distanz zwischen dritter und zweiter Netzknoteneinrichtung.
- [0014] Dadurch kann z. B. erreicht werden, dass die zweite Datenverbindung (d. h. die Ersatzdatenverbindung) von einer Netzknoteneinrichtung (z. B. der vierten Netzknoteneinrichtung) aufgebaut wird, die relativ nahe am Ort der Störung liegt.
- [0015] Der Aufbau der Ersatzdatenverbindung kann somit schneller erfolgen, als beim Stand der Technik. Dort wird nämlich die Zuständigkeit für den Aufbau der Ersatzdatenverbindung bis zu derjenigen Netzknoteneinrichtung weitergereicht, die für den Aufbau der ersten Datenverbindung zuständig war (d. h. z. B. bis zur o. g. ersten Netzknoteneinrichtung).
- [0016] Im folgenden wird die Erfindung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele und der beigelegten Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:
- [0017] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines optischen Nachrichtennetzwerks gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- [0018] Fig. 2a eine schematische Darstellung der Struktur eines einfachen Datennetzwerks zur Erläuterung des Prinzips des "Link-State"-Protokolls;
- [0019] Fig. 2b eine schematische Darstellung der Struktur des in Fig. 2a gezeigten Datennetzwerks nach Auftritt einer Störung;
- [0020] Fig. 3 eine schematische Darstellung des zeitlichen Ablaufs von zwischen den in Fig. 1 gezeigten Netzknoteneinrichtungen zum Aufbau einer Datenverbindung ausgetauschten Signalisiersignalen;
- [0021] Fig. 4 eine schematische Darstellung des zeitlichen Ablaufs von zwischen den in Fig. 1 gezeigten Netzknoteneinrichtungen bei herkömmlichen Verfahren zum Abbau einer Datenverbindung ausgetauschten Signalisiersignalen;
- [0022] Fig. 5 eine schematische Darstellung des zeitlichen Ablaufs von zwischen den in Fig. 1 gezeigten Netzknoteneinrichtungen bei herkömmlichen Verfahren zum Wiederaufbau einer Datenverbindung ausgetauschten Signalisiersignalen;
- [0023] Fig. 6 eine schematische Darstellung des zeitlichen Ablaufs von zwischen den in Fig. 1 gezeigten Netzknoteneinrichtungen gemäß einem vorteilhaften Datenverbindungs-Abbau-Wiederaufbauverfahren zum Abbau einer Daten-

verbindung ausgetauschten Signalisiersignalen; und

[0024] Fig. 7 eine schematische Darstellung des zeitlichen Ablaufs von zwischen den in Fig. 1 gezeigten Netzknoten-Einrichtungen gemäß einem vorteilhaften Datenverbindungs-Abbau-Wiederaufbauverfahren zum Wiederaufbau einer Datenverbindung ausgetauschten Signalisiersignalen.

[0025] Fig. 1 zeigt ein optisches Nachrichtennetzwerk 11 (hier: ein automatisch vermittelndes optisches Netz bzw. ASON-Netz (ASON = automatically switched optical network)) gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Dieses weist eine Vielzahl von über ein Lichtwellenleiternetz 20 (in der Darstellung gemäß Fig. 1 durch eine Strich-Punkt-Linie veranschaulicht) miteinander verbundene Netzknoten-Einrichtungen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 auf, sowie eine Vielzahl von Teilnehmeranschluß- bzw. Clienteinrichtungen 12, 13. Bei diesen kann es sich z. B. um an weitere, clientseitig angeschlossene SDH-, ATM-, oder IP-Clienteinrichtungen handeln, z. B. um IP-Router (SDH = Synchron Digital Hierarchy, ATM = Asynchronous Transfer Mode, IP = Internet Protocol).

[0026] Innerhalb des Lichtwellenleiternetzes 20 ist jede Netzknoten-Einrichtung 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 über jeweils ein oder mehrere Lichtwellenleiterbündel oder über einen oder mehrere einzelne Lichtwellenleiter mit jeweils einem oder mehreren (z. B. zwei, drei oder vier) weiteren Netzknoten-Einrichtungen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 verbunden. Auf entsprechende Weise sind die Clienteinrichtungen 12, 13 über einen (oder mehrere) Lichtwellenleiter 15a, 15b mit jeweils einem bestimmten (oder alternativ mit mehreren) Netzknoteneinrichtungen 1, 6 verbunden.

[0027] Zur Datenübertragung innerhalb des Lichtwellenleiternetzes 20 bzw. des optischen Nachrichtennetzwerks 11 kann z. B. ein WDM-Datenübertragungsverfahren verwendet werden (WDM = wavelength division multiplex bzw. Wellenlängen-Multiplex). Aufgrund des Wellenlängenmultiplexes können über jeden im Netz vorhandenen Lichtwellenleiter unter Nutzung jeweils verschiedener Wellenlängenbereiche gleichzeitig mehrere verschiedene, gepulste optische Binärsignale übertragen werden.

[0028] Zwischen der jeweiligen Clienteinrichtung 12, 13 und der jeweils mit dieser verbundenen Netzknoten-Einrichtung 1, 6, und zwischen den verschiedenen Netzknoteneinrichtungen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 wird jeweils ein erster Lichtwellenleitungskanal zum Übertragen von Nutzsignalen verwendet (in der Darstellung gemäß Fig. 1 durch durchgezogene Linien veranschaulicht), und jeweils ein zweiter Lichtwellenleitungskanal zum Übertragen von – im folgenden noch näher erläuterten – Signalisiersignalen (in der Darstellung gemäß Fig. 1 durch gestrichelte Linien veranschaulicht).

[0029] In den Nutzsignalen sind die eigentlichen Nutzdaten, und in den Signalisiersignalen die Signalisierinformationen codiert (siehe unten). Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel werden die eigentlichen Nutzdaten, und die Signalisierinformationen jeweils über verschiedenen Kanäle ein- und desselben Lichtwellenleiters übertragen (z. B. mittels Wellenlängen- und/oder Zeitmultiplex voneinander getrennter Nutz- und Signalisierkanäle). Bei alternativen Ausführungsbeispielen werden demgegenüber die Signalisierinformationen und die Nutzdaten jeweils über separate Lichtwellenleiter, und/oder über separate Pfade übertragen. Ebenfalls denkbar ist eine Übertragung der Signalisierinformationen über ein separates Netz, z. B. ein elektrisches Übertragungsnetz. Ebenso kann der Austausch der Signalisierinformationen anstatt wie dargestellt zwischen den betroffenen Netzknoten-Einrichtungen auch zwischen den jeweils betroffenen Netzknoten-Einrichtungen, und einer oder mehreren zentralen Netzknoten-Einrichtungen erfolgen, in welchen eine Verarbeitung der Signalisierinformationen durchgeführt wird.

[0030] Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel wird ein "Link-State"-Protokoll eingesetzt, um zwischen den Netzknoten-Einrichtungen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 Daten bzgl. des jeweils aktuellen Netzzustands auszutauschen.

[0031] "Link-State"-Protokolle beruhen auf einer "dezentralen Karte". Jede Netzknoten-Einrichtung 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 weist eine (nicht dargestellte) Speichereinrichtung auf, auf der ein Datensatz gespeichert ist, der die vollständige (topologische) Karte bzw. die Struktur des Lichtwellenleiternetzes 20 repräsentiert. Die entsprechenden Datensätze werden regelmäßig aktualisiert.

[0032] Im folgenden wird das Prinzip von "Link-State"-Protokollen anhand des in Fig. 2a und 2b gezeigten, einfachen Datennetzwerks 16 erläutert. Dieses weist fünf Netzknoten 17a, 17b, 17c, 17d, 17e auf, die über Knoten-Knoten-Verbindungen 21, 22, 23, 24, 25 miteinander verbunden sind.

[0033] Die Struktur des Datennetzwerks 16 kann gemäß Tabelle 1 z. B. durch folgenden, in sämtlichen Netzknoten 17a, 17b, 17c, 17d, 17e gespeicherten Datensatz repräsentiert werden:

Tabelle 1

Q	R	S	T
Verbindung von:	Verbindung nach:	Verbindung:	Zustand:
A	B	21	1
A	D	23	1
B	A	21	1
B	C	22	1
B	E	24	1
C	B	22	1
C	E	25	1
D	A	23	1
D	E	26	1
E	B	24	1
E	C	25	1
E	D	26	1

[0034] Dabei ist die erste Variable Q ("Verbindung von:") die Kennung desjenigen Netzknotens, von dem die jeweilige Knoten-Knoten-Verbindung ausgeht, die zweite Variable R ("Verbindung nach:") die Kennung desjenigen Netzknotens, zu dem die jeweilige Knoten-Knoten-Verbindung hinführt, und die dritte Variable S ("Verbindung") die Kennung der jeweiligen Knoten-Knoten-Verbindung. Die vierte Variable T ("Zustand") kennzeichnet den Zustand der jeweiligen Knoten-Knoten-Verbindung (die Entfernung bzw. Distanz oder "Metrik").

[0035] Eine intakte Knoten-Knoten-Verbindung kann z. B. mit Hilfe einer Zustands-Variable T mit dem Wert "1" gekennzeichnet werden (vgl. die vierte Spalte der obigen Tabelle). Wird eine Knoten-Knoten-Verbindung unterbrochen, wird die Zustands-Variable T entsprechend angepasst (z. B. vom Wert "1" auf den Wert "∞").

[0036] Da jedem Knoten 17a, 17b, 17c, 17d, 17e die vollständige Netzwerktopologie bekannt ist, kann jeder Knoten selbst den jeweils günstigsten Pfad zu einem (beliebigen) anderen Knoten 17a, 17b, 17c, 17d, 17e berechnen. Weil in sämtlichen Knoten 17a, 17b, 17c, 17d, 17e der gleiche Datensatz gespeichert ist, sind die Pfade eindeutig, so dass keine Schleifen gebildet werden.

[0037] Fig. 2b zeigt eine schematische Darstellung der Struktur des in Fig. 2a gezeigten Datennetzwerks 16 nach einer Änderung der Netzwerktopologie, hier: einer Unterbrechung der Knoten-Knoten-Verbindung 21 zwischen dem Knoten 17a (Knoten A) und dem Knoten 17b (Knoten B). Die Änderung des Zustands der entsprechenden Knoten-Knoten-Verbindung 21 wird vom Knoten 17a (Knoten A) und vom Knoten 17b (Knoten B) erkannt. Die Knoten 17a (Knoten A) und Knoten 17b (Knoten B) aktualisieren dann den bei ihnen gespeicherten Datensatz, und übermitteln den aktualisierten Datensatz an die übrigen Netzknoten 17a, 17b, 17c, 17d, 17e. Hierzu dient ein sog. "Flooding"-Protokoll.

[0038] Wieder bezogen auf Fig. 1 wird zum Aufbau einer Datenverbindung zwischen der ersten Clienteinrichtung 12 und der zweiten Clienteinrichtung 13 zunächst von der Clienteinrichtung 12 aus über den Lichtwellenleiter 15a (bzw. den o. g. Signalisierkanal) mittels entsprechender optischer Binäripulse ein (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisierungssignal an die erste Netzknoten-Einrichtung 1 gesendet. Dieses enthält u. a. eine die Ziel-Clienteinrichtung 13 bzw. die an sie angeschlossene Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 kennzeichnende Kennung (bzw. deren optische Netzadresse).

[0039] Wie bereits erwähnt, weist jede Netzknoten-Einrichtung 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 eine Speichereinrichtung mit einer Datenbank auf, auf der ein dem in Tabelle 1 gezeigten Datensatz entsprechender Datensatz gespeichert ist, der die vollständige (topologische) Karte bzw. die Struktur des Lichtwellenleiternetzes 20 repräsentiert.

[0040] Nach Empfang des (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisierungssignals ermittelt eine (nicht dargestellte) Steuereinrichtung der Netzknoten-Einrichtung 1 aus dem Datensatz, und der empfangenen Ziel-Netzknoten-Kennung den optimalen bzw. kürzesten Pfad zur Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 (bzw. zur daran angeschlossenen Ziel-Clienteinrichtung 13). Hierzu kann z. B. der Bellmann-Ford-Algorithmus verwendet werden, oder z. B. der "Shortest Path First"-Algorithmus (SPF-Algorithmus) nach E. W. Dijkstra.

[0041] Daraufhin wird gemäß Fig. 3 von der Netzknoten-Einrichtung 1 aus an die nächste, im ermittelten optimalen Pfad enthaltene Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 2) über das Lichtwellenleiterbündel 14a (bzw. den entsprechenden Signalisierkanal) mittels entsprechender optischer Binäripulse ein (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisierungssignal S1 gesendet (SETUP). Dieses enthält z. B. die an die Ziel-Clienteinrichtung 13 angeschlossene Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 kennzeichnende Kennung (bzw. deren optische Netzadresse).

[0042] Auf entsprechende Weise wie oben dargestellt wird dann nach Empfang des (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisierungssignals S1 durch eine (nicht dargestellte) Steuereinrichtung der Netzknoten-Einrichtung 2 aus dem in deren Speichereinrichtung gespeicherten Netzwerk-Topologie-Datensatz, und der empfangenen Ziel-Netzknoten-Kennung der optimale Pfad zur Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 ermittelt.

- [0043] Wie in Fig. 3 weiter gezeigt ist, wird daraufhin von der Netzknoten-Einrichtung 2 aus an die nächste, im ermittelten optimalen Pfad enthaltene Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 3) über das entsprechende Lichtwellenleiterbündel ein dem Signalisiersignal S1 entsprechendes weiteres (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisiersignal S2 gesendet (SETUP), usw.
- [0044] Auf diese Weise wird sukzessive eine über den Pfad A – C – D – E – F geführte Datenverbindung zwischen der ersten Netzknoten-Einrichtung 1, und der Ziel-Netzknoteneinrichtung 6 (bzw. den entsprechenden Clienteinrichtungen 12, 13) aufgebaut.
- [0045] Der erfolgreiche Aufbau der Datenverbindung wird dann von der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 aus mittels eines (Verbindungsaufbau-Bestätigungs-) Signalisiersignal S3 an die im ermittelten optimalen Pfad der Netzknoten-Einrichtung 6 vorausgehende Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 5) mitgeteilt (SETUP_OK).
- [0046] Diese sendet ein dem Signalisiersignal S3 entsprechendes, weiteres (Verbindungsaufbau-Bestätigungs-) Signalisiersignal S4 (SETUP_OK) an die im optimalen Pfad vor ihr liegende Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 4), usw.
- [0047] Auf diese Weise wird sukzessive der erfolgreiche Verbindungsaufbau den einzelnen, im optimalen Pfad enthaltenen Netzknoten-Einrichtungen mitgeteilt (und damit auch der den Verbindungsaufbau initiiierenden Netzknoten-Einrichtung 1).
- [0048] Kommt es zu einer Änderung in der Topologie des Lichtwellenleiternetzes 20 (z. B. bei einer Störung bzw. Unterbrechung der Verbindung zwischen den Netzknoten-Einrichtungen 4, 5 – in der Zeichnung mit Hilfe dreier Kreuze X X X veranschaulicht –) wird diese Änderung von den jeweils betroffenen Netzknoten-Einrichtungen (hier: den Netzknoten-Einrichtungen 4, 5) erkannt.
- [0049] Die Steuereinrichtungen der jeweiligen Netzknoten-Einrichtungen 4, 5 aktualisieren dann jeweils den bei ihnen gespeicherten Datensatz (z. B., indem der Wert der den Zustand der Verbindung zwischen den Netzknoten-Einrichtungen 4, 5 kennzeichnenden Zustands-Variable von "1" auf "∞" geändert wird).
- [0050] Als nächstes wird gemäß dem o. g. "Flooding"-Protokoll mittels entsprechender über die o. g. Signalisierkanäle übertragener Signalisiersignale der aktualisierte Datensatz an die übrigen Netzknoten-Einrichtungen übertragen, und in deren Speichereinrichtungen abgespeichert.
- [0051] Wie in Fig. 4 gezeigt ist, werden – bei herkömmlichen Verfahren – dann als nächstes von den betroffenen Netzknoten-Einrichtung 4, 5 entsprechende (Verbindungsabbau-) Signalisiersignale (N_RELEASE bzw. N_RELEASE_RECONN) versendet. Dies erfolgt entlang des ursprünglichen, optimalen Pfads (D – C – B – A bzw. E – F).
- [0052] Mit dem von der Netzknoten-Einrichtung 5 an die Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 versendeten (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S14 (N_RELEASE) wird der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 zudem mitgeteilt, dass keine Zuständigkeit zum Wiederaufbau der Verbindung vorliegt. Demgegenüber enthält das von der Netzknoten-Einrichtung 4 an die Netzknoten-Einrichtung 3 versendete (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S11 (N_RELEASE_RECONN) die Information, dass die Ursprungs-Netzknoten-Einrichtung 1 den Wiederaufbau der Datenverbindung veranlassen soll. In Reaktion auf das (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S11 wird von der Netzknoten-Einrichtung 3 an die Netzknoten-Einrichtung 2 ein dem Signalisiersignal S11 entsprechendes (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S12 (N_RELEASE_RECONN) gesendet. Diese sendet ein weiteres, den o. g. Signalen S11 und S12 entsprechendes (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S13 (N_RELEASE_RECONN) an die die ursprüngliche Verbindung initiiierende Netzknoten-Einrichtung 1.
- [0053] Die Ursprungs-Netzknoten-Einrichtung 1 bzw. deren Steuereinrichtung entnimmt aus dem empfangenen Signal S13 die Information, dass von der Ursprungs-Netzknoten-Einrichtung 1 aus eine neue Datenverbindung zur Ziel-Netzknoten-Einrichtung aufgebaut werden soll.
- [0054] Nach Empfang des (Verbindungsabbau-) Signalisiersignals S13 ermittelt die Steuereinrichtung der Netzknoten-Einrichtung 1 aus dem in ihrer Steuereinrichtung gespeicherten, geänderten Datensatz den optimalen Ersatz-Pfad zur Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 (hier: den Pfad A – K – J – H – G – F).
- [0055] Daraufhin wird gemäß Fig. 5 von der Netzknoten-Einrichtung 1 aus an die nächste, im ermittelten Ersatz-Pfad enthaltene Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 10) über das Lichtwellenleiterbündel 14b ein dem in Fig. 3 gezeigten Signal S1 entsprechendes (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisiersignal S21 gesendet (SETUP). Auf entsprechende Weise wie oben in Bezug auf Fig. 3 dargestellt wird dann von der Netzknoten-Einrichtung 10 ein weiteres (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisiersignal S22 an die nächste, im ermittelten Ersatz-Pfad enthaltene Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 9) gesendet, usw.
- [0056] Auf diese Weise wird sukzessive eine über den Ersatz-Pfad A – K – J – H – G – F geführte Datenverbindung zwischen der ersten Netzknoten-Einrichtung 1, und der Ziel-Netzknoteneinrichtung 6 (bzw. den entsprechenden Clienteinrichtungen 12, 13) aufgebaut.
- [0057] Der erfolgreiche Aufbau der Datenverbindung wird dann von der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 aus mittels eines (Verbindungsaufbau-Bestätigungs-) Signalisiersignals S23 an die im ermittelten Ersatz-Pfad der Netzknoten-Einrichtung 6 vorausgehende Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 7) mitgeteilt (SETUP_OK), und von dort aus über weitere (Verbindungsaufbau-Bestätigungs-) Signalisiersignale S24 sukzessive den anderen im Ersatz-Pfad enthaltenen Netzknoten-Einrichtungen 8, 9, 10, 1.
- [0058] Statt dem anhand der Fig. 4 und 5 erläuterten Verfahren wird erfindungsgemäß besonders vorteilhaft das folgende, anhand der Fig. 6 und 7 erläuterte Datenverbindungs-Wiederaufbau-Verfahren verwendet:
Nach dem Auftreten einer Änderung in der Topologie des Lichtwellenleiternetzes 20 (z. B. bei einer Störung bzw. Unterbrechung der Verbindung zwischen den Netzknoten-Einrichtungen 4, 5 – in Fig. 1 durch die drei Kreuze X X X veranschaulicht –) wird zunächst entsprechend wie oben beschrieben die jeweilige Änderung im Datensatz der jeweils betroffenen Netzknoten-Einrichtung 4, 5 vermerkt (z. B., indem der Wert der den Zustand der Verbindung zwischen den Netzknoten-Einrichtungen 4, 5 kennzeichnenden Zustands-Variable von "1" auf "∞" geändert wird).
- [0059] Daraufhin wird mittels entsprechender über die o. g. Signalisierkanäle übertragener Signalisiersignale der aktualisierte Datensatz an die übrigen Netzknoten-Einrichtungen übertragen, und in deren Speichereinrichtungen abgespei-

chert.

[0060] Als nächstes werden, wie in Fig. 6 gezeigt ist, von den betroffenen Netzknoten-Einrichtungen 4, 5 entlang des ursprünglichen, optimalen Pfads entsprechende (Verbindungsabbau-)Signalisiersignale (N_RELEASE bzw. N_RELEASE_RECONN) versendet.

5 [0061] Mit dem von der Netzknoten-Einrichtung 5 an die Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 versendeten (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S34 (N_RELEASE) wird der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 mitgeteilt, dass keine Zuständigkeit zum Wiederaufbau der Verbindung vorliegt.

[0062] Demgegenüber enthält das von der Netzknoten-Einrichtung 4 an die Netzknoten-Einrichtung 3 versendete (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S31 (N_RELEASE_RECONN) den (an bestimmte, unten erläuterte Bedingungen geknüpften) Befehl, für einen Wiederaufbau einer Datenverbindung zu sorgen.

10 [0063] Im Gegensatz zu der in Zusammenhang mit den Fig. 4 und 5 erläuterten Vorgehensweise wird der Wiederaufbau nicht von einer vorbestimmten Netzknoten-Einrichtung (z. B. von der Ursprungs-Netzknoten-Einrichtung 1) aus durchgeführt.

[0064] Stattdessen kommt einer Netzknoten-Einrichtung dann die Zuständigkeit für einen Wiederaufbau einer Datenverbindung zu, wenn diese

- i) einen Ersatzpfad zur Ziel-Netzknoten-Einrichtung ermitteln kann; und
- ii) sich die Distanz-Metrik zur Ziel-Netzknoten-Einrichtung gegenüber der vorhergehenden Netzknoten-Einrichtung nicht mehr verringert hat (unter zusätzlicher Berücksichtigung der Distanz zwischen der jeweils betroffenen und der vorhergehenden Netzknoten-Einrichtung).

20 [0065] Treffen die o. g. Bedingungen i) und ii) auf keine der jeweils betroffenen Netzknoten-Einrichtungen zu, ist – entsprechend wie bei Fig. 4 und 5 – die Ursprungs-Netzknoten-Einrichtung 1 für den Wiederaufbau der Datenverbindung zuständig.

25 [0066] Damit die das (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S21 gemäß Fig. 6 empfangende Netzknoten-Einrichtung 3 gemäß der o. g. Vorgehensweise überprüfen kann, ob sie für den Wiederaufbau der Verbindung zuständig ist, oder nicht (Überprüfen der o. g. Bedingungen i) und ii)), enthält das (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S31 Informationen bezüglich der Distanz zwischen der das (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S31 aussendenden Netzknoten-Einrichtung 4, und der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 (Signal NRR(4)). Diese Distanz wird von der Steuereinrichtung der Netzknoten-Einrichtung 4 anhand des o. g. (aktualisierten) Datensatzes ermittelt. Im vorliegenden Fall hat die Distanz bzw. die

30 Metrik zwischen der Netzknoten-Einrichtung 4, und der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 den Wert "4", da ein potentieller, intakter kürzester Pfad über die vier Netzknoten-Einrichtungen 9, 8, 7, 6 führen würde.

[0067] Nach Empfang des (Verbindungsabbau-) Signalisiersignals S31 durch die Netzknoten-Einrichtung 3 wird von deren Steuereinrichtung anhand des in der Netzknoten-Speichereinrichtung gespeicherten (aktualisierten) Datensatzes die Distanz zwischen der Netzknoten-Einrichtung 3, und der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 ermittelt. Im vorliegenden Fall hat die Distanz zwischen der Netzknoten-Einrichtung 3, und der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 den Wert "3", da ein potentieller, intakter kürzester Pfad zwischen den beiden Netzknoten-Einrichtungen 3, 6 über die drei Netzknoten-Einrichtungen 8, 7, 6 führen würde. Der ermittelte Distanzwert (hier: "3") wird um den Wert der Distanz zwischen der Netzknoten-Einrichtung 3, und der Netzknoten-Einrichtung 4, von der die Netzknoten-Einrichtung 3 das (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S31 empfangen hat, d. h. hier um den Wert "1" verringert. Der so erhaltene, angepasste Distanzwert (hier: "2") wird mit dem von der Netzknoten-Einrichtung 4 über das (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S31 übermittelten Distanzwert (hier: "4") verglichen.

[0068] Sind die verglichen Distanzwerte gleich groß, oder ist der von der Netzknoten-Einrichtung 3 ermittelte, angepasste Distanzwert größer als der von der Netzknoten-Einrichtung 4 übermittelte Distanzwert, ist die Netzknoten-Einrichtung 3 für den Wiederaufbau der Datenverbindung zuständig.

45 [0069] Ist – wie hier – der von der Netzknoten-Einrichtung 3 ermittelte, angepasste Distanzwert kleiner als der von der Netzknoten-Einrichtung 4 übermittelte Distanzwert, liegt die Zuständigkeit für den Wiederaufbau der Datenverbindung nicht bei der Netzknoten-Einrichtung 3.

[0070] Von der Netzknoten-Einrichtung 3 wird dann an die Netzknoten-Einrichtung 2 ein dem Signalisiersignal S31 entsprechendes (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S32 (N_RELEASE_RECONN) gesendet. Dieses enthält Informationen bezüglich der auf die oben erläuterte Weise ermittelten Distanz zwischen der das (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S32 aussendenden Netzknoten-Einrichtung 3, und der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 (Signal NRR(3)).

55 [0071] Nach Empfang des (Verbindungsabbau-) Signalisiersignals S32 durch die Netzknoten-Einrichtung 2 wird von deren Steuereinrichtung anhand des in der Netzknoten-Speichereinrichtung gespeicherten (aktualisierten) Datensatzes die Distanz zwischen der Netzknoten-Einrichtung 2, und der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 ermittelt. Im vorliegenden Fall hat die Distanz zwischen der Netzknoten-Einrichtung 2, und der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 den Wert "4", da ein potentieller, intakter kürzester Pfad zwischen den beiden Netzknoten-Einrichtungen 2, 6 über die vier Netzknoten-Einrichtungen 3, 8, 7, 6 führen würde. Der ermittelte Distanzwert (hier: "4") wird um den Wert der Distanz zwischen der Netzknoten-Einrichtung 2, und der Netzknoten-Einrichtung 3, von der die Netzknoten-Einrichtung 2 das (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S32 empfangen hat, d. h. hier um den Wert "1" verringert. Der so erhaltene, angepasste Distanzwert (hier: "3") wird mit dem von der Netzknoten-Einrichtung 3 über das (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S31 übermittelten Distanzwert (hier: "3") verglichen.

60 [0072] Ist der von der Netzknoten-Einrichtung 2 ermittelte, angepasste Distanzwert kleiner als der von der Netzknoten-Einrichtung 3 übermittelte Distanzwert, liegt die Zuständigkeit für den Wiederaufbau der Datenverbindung nicht bei der Netzknoten-Einrichtung 2.

65 [0073] Sind dagegen – wie hier – die verglichen Distanzwerte gleich groß (oder ist der von der Netzknoten-Einrichtung 2 ermittelte, angepasste Distanzwert größer als der von der Netzknoten-Einrichtung 3 übermittelte Distanzwert), ist die Netzknoten-Einrichtung 2 für den Wiederaufbau der Datenverbindung zuständig.

[0074] Daraufhin wird gemäß Fig. 7 zum Aufbau einer Ersatz-Datenverbindung von der Netzknoten-Einrichtung 2 aus an die nächste, im von der Steuereinrichtung der Netzknoten-Einrichtung 2 ermittelten (Ersatz-) Pfad (hier: der Pfad B – C – H – G – F) enthaltene Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 3) über das entsprechende Lichtwellenleiterbündel ein dem in Fig. 3 gezeigten Signal S1 entsprechendes (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisierungssignal S41 gesendet (SETUP).

[0075] Auf entsprechende Weise wie oben in Bezug auf Fig. 3 dargestellt wird dann von der Netzknoten-Einrichtung 3 ein weiteres (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisierungssignal S42 an die nächste, im ermittelten Ersatz-Pfad enthaltene Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 8) gesendet, usw.

[0076] Auf diese Weise wird sukzessive eine über den Ersatz-Pfad A – B – C – H – G – F geführte Datenverbindung zwischen der ersten Netzknoten-Einrichtung 1, und der Ziel-Netzknoteneinrichtung 6 (bzw. den entsprechenden Client-einrichtungen 12, 13) aufgebaut.

[0077] Der erfolgreiche Aufbau der Datenverbindung wird dann gemäß Fig. 7 von der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 aus mittels eines (Verbindungsaufbau-Bestätigungs-) Signalisierungssignals S43 an die im ermittelten Ersatz-Pfad der Netzknoten-Einrichtung 6 vorausgehende Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 7) mitgeteilt (SETUP_OK), und von dort aus über weitere (Verbindungsaufbau-Bestätigungs-) Signalisierungssignale S44 sukzessive den anderen im Ersatz-Pfad enthaltenen Netzknoten-Einrichtungen 8, 3, 2.

[0078] Dadurch wird auf relativ schnelle Weise ausgehend von einer – relativ nahe am Ort der Störung bzw. Unterbrechung der ursprünglichen Datenverbindung liegenden – Netzknoten-Einrichtung 2 eine Ersatzdatenverbindung aufgebaut, wobei unnötige Doppelwege vermieden werden.

[0079] Bei alternativen, hier nicht dargestellten Ausführungsbeispielen werden von den von einer Störung der Datenverbindung betroffenen Netzknoten-Einrichtungen 4, 5 entlang des ursprünglichen, optimalen Pfads den o. g. (Verbindungsabbau-) Signalisierungssignalen S31, S32, S34 entsprechende Signalisierungssignale (N_RELEASE bzw. N_RELEASE_RECONN) versendet; allerdings wird die Zuständigkeit für den Wiederaufbau der Verbindung nicht denjenigen Netzknoten-Einrichtungen 3, 2, 1 zugeteilt, die auf dem ursprünglichen Pfad zwischen der Netzknoten-Einrichtung 4 und der Ursprungs-Netzknoten-Einrichtung 1 liegen, sondern denjenigen Netzknoten-Einrichtungen 6, die auf dem ursprünglichen Pfad zwischen der Netzknoten-Einrichtung 5 und der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 liegen.

[0080] Dabei wird mittels eines von der Netzknoten-Einrichtung 4 an die Netzknoten-Einrichtung 3 versendeten (Verbindungsabbau-) Signalisierungssignals (N_RELEASE) der Netzknoten-Einrichtung 3 mitgeteilt, dass keine Zuständigkeit zum Wiederaufbau der Verbindung vorliegt.

[0081] Demgegenüber enthält ein von der Netzknoten-Einrichtung 5 an die Netzknoten-Einrichtung 6 gesendetes (Verbindungsabbau-) Signalisierungssignal (N_RELEASE_RECONN) den (an bestimmte, den o. g. Bedingungen entsprechende Bedingungen geknüpften) Befehl, für einen Wiederaufbau der Datenverbindung zu sorgen.

[0082] Die Zuständigkeit für den Wiederaufbau kann alternativ auch entsprechend einer anderen, global eindeutigen Metrik festgelegt werden (z. B. kann die Zuständigkeit für den Wiederaufbau in Richtung derjenigen Netzknoten-Einrichtung mit der numerisch größeren oder kleineren Netzadresse weitergereicht werden).

[0083] Die Entscheidung, von welcher Seite des ausgefallenen Links ein Wiederaufbau der Datenverbindung erfolgen soll, kann alternativ z. B. auf Grundlage des Abstands zwischen der Ausfallstelle, und den jeweiligen End-Netzknoten-Einrichtungen der (unterbrochenen) Datenverbindung erfolgen. Dazu muß beim ursprünglichen Aufbau der Datenverbindung jede beteiligte Netzknoten-Einrichtung in ihre Verbindungstabelle die Längen der Pfade zu den beiden End-Netzknoten-Einrichtungen (d. h. zu der Ursprungs-Netzknoten-Einrichtung 1, und der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6) eintragen. Bei einer Unterbrechung der Datenverbindung vergleichen dann die jeweils betroffenen Netzknoten-Einrichtungen die beiden Werte, zusätzlich berücksichtigend, dass die Netzknoten-Einrichtung auf der anderen Seite des Unterbrechungs-Bereichs einen um die unterbrochene Wegstrecke kürzeren bzw. längeren Weg zur jeweiligen End-Netzknoten-Einrichtung hat, als in der Verbindungstabelle der jeweils betroffenen Netzknoten-Einrichtung eingetragen. Bei Gleichheit der beiden Distanz-Metriken kann dann die Zuständigkeit für den Wiederaufbau entsprechend einem der o. g. Verfahren ermittelt werden.

[0084] Gemäß einer weiteren Alternative tragen die Netzknoten-Einrichtungen bereits beim Aufbau der (ursprünglichen) Datenverbindung die für den Fall einer Unterbrechung der Datenverbindung zuständige Seite in die jeweilige Verbindungstabelle ein.

[0085] Außerdem kann bei weiteren, alternative Ausführungsbeispielen zusätzlich zu den o. g. "Flooding"-Signalen eine Liste übertragen, welche die Verbindungskennungen der neu aufzubauenden Datenverbindungen enthält.

[0086] Gemäß einer weiteren Alternative ist beim o. g. Algorithmus die Rückweglänge n_{BACK} beschränkt. Spätestens dann, wenn die Zuständigkeit für den Wiederaufbau der unterbrochenen Datenverbindung von der betroffenen Netzknoten-Einrichtung 4 aus an eine bestimmte Anzahl (z. B. $n = 2$) Netzknoten-Einrichtungen weitergereicht wurde, wird von der entsprechenden Netzknoten-Einrichtung der Wiederaufbau der Datenverbindung veranlasst (d. h. selbst dann, wenn die o. g. Bedingung ii) nicht erfüllt ist).

[0087] Alternativ kann – statt der o. g. Bedingung ii), d. h. der Distanzmetrik – als Kriterium für die Datenverbindungs-Wiederaufbau-Zuständigkeit einer bestimmten Netzknoten-Einrichtung ausschließlich die Rückweglänge berücksichtigt werden. Beispielsweise kann diejenige Netzknoten-Einrichtung für den Wiederaufbau zuständig sein, der eine bestimmte Rückweglänge (z. B. $n = 2$, $n = 0$, etc.) zugeordnet ist.

[0088] Gemäß einem weiteren, alternativen Ausführungsbeispiel entscheidet die Netzknoten-Einrichtung, welche ein (Verbindungsabbau-) Signalisierungssignal (N_RELEASE_RECONN) empfängt, mit Hilfe eines Bernoulli-Experiments (welches z. B. von der entsprechenden Steuereinrichtung unter Verwendung eines Pseudozufallszahlengenerators durchgeführt werden kann), ob sie für den Wiederaufbau zuständig ist, oder die Zuständigkeit mittels eines weiteren (Verbindungsabbau-) Signalisierungssignals (N_RELEASE_RECONN) an die nächste Netzknoten-Einrichtung weitergereicht werden soll.

[0089] Die beim Bernoulli-Experiment verwendeten Wahrscheinlichkeiten können z. B. auf der Anzahl der an die jeweilige Netzknoten-Einrichtung angeschlossenen Links basieren, und/oder auf dem Abstand (Metrik) der Netzknoten-

Einrichtung von der Ursprungs-Netznoten-Einrichtung, und/oder auf dem Abstand (Metrik) der Netznoten-Einrichtung von der Ziel-Netznoten-Einrichtung, und/oder auf der momentanen Auslastung der an die jeweilige Netznoten-Einrichtung angeschlossenen Links, etc.

- [0090] Alternativ kann diejenige Netznoten-Einrichtung, die für den Daten Verbindungswiederaufbau zuständig ist dann, wenn die Ersatzdatenverbindung zunächst entlang des ursprünglichen Pfads geführt werden soll, die nächste Netznoten-Einrichtung anweisen, zunächst das entsprechende Teilstück des ursprünglichen Pfads weiterzuverwenden (z. B. das Teilstück zwischen der Netznoten-Einrichtung 2, und der Netznoten-Einrichtung 3). In diesem Fall wird z. B. statt des in Fig. 7 gezeigten, von der Netznoten-Einrichtung 2 an die Netznoten-Einrichtung 3 gesendeten (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisiersignals S41 von der Netznoten-Einrichtung 2 ein modifiziertes Signal, z. B. ein RECON-NECT-Signal an die Netznoten-Einrichtung 3 gesendet.
- [0091] Bei weiteren alternativen Ausführungsbeispielen wird zusätzlich zur o. g. über den Pfad A – B – C – D – E – F geführten "Arbeits"-Datenverbindung – bereits vorab, d. h. bei intakter "Arbeits"-Datenverbindung – parallel eine über einen anderen Pfad geführte "Ersatz"-Datenverbindung aufgebaut. Beim Auftreten von Störungen (oder zu starken Störungen) auf der "Arbeits"-Datenverbindung wird die Datenübertragung dann schnell von der "Arbeits"- auf die "Ersatz"-Datenverbindung umgeschaltet (protection switching).
- [0092] Für sämtliche Ausführungsbeispiele gilt, dass die jeweiligen Signalisiersignale jeweils auf ungesicherte Weise, oder alternativ auf gesicherte Weise übertragen werden können.

Bezugszeichenliste

- 20 1 Netznoten-Einrichtung
- 2 Netznoten-Einrichtung
- 3 Netznoten-Einrichtung
- 4 Netznoten-Einrichtung
- 25 5 Netznoten-Einrichtung
- 6 Netznoten-Einrichtung
- 7 Netznoten-Einrichtung
- 8 Netznoten-Einrichtung
- 9 Netznoten-Einrichtung
- 30 10 Netznoten-Einrichtung
- 11 Optisches Nachrichtennetzwerk
- 12 Clienteinrichtung
- 13 Clienteinrichtung
- 14a Lichtwellenleiterbündel
- 35 14b Lichtwellenleiterbündel
- 15a Lichtwellenleiter
- 15b Lichtwellenleiter
- 16 Datennetzwerk
- 17a Netznoten
- 40 17b Netznoten
- 17c Netznoten
- 17d Netznoten
- 17e Netznoten
- 20 Lichtwellenleiternetz
- 45 21 Knoten-Knoten-Verbindung
- 22 Knoten-Knoten-Verbindung
- 23 Knoten-Knoten-Verbindung
- 24 Knoten-Knoten-Verbindung
- 25 Knoten-Knoten-Verbindung
- 50 26 Knoten-Knoten-Verbindung

Patentansprüche

1. Optisches Nachrichtennetzwerk (20), bei welchem über eine erste Datenverbindung zwischen einer ersten Netznoteneinrichtung (1) und einer zweiten Netznoteneinrichtung (6) optische Signale unter Zwischenschaltung mehrerer weiterer, miteinander verbundener Netznoteneinrichtungen (2, 3, 4, 5) ausgetauscht werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach einer Störung auf der ersten Datenverbindung zum Aufbau einer zweiten Datenverbindung, welche zumindest teilweise als Ersatz für die erste Datenverbindung fungiert, von einer dritten Netznoteneinrichtung (3) ein Signalisiersignal (S32) an eine mit der dritten Netznoteneinrichtung (3) verbundene vierte Netznoteneinrichtung (2) gesendet wird, welches einen von der dritten Netznoteneinrichtung (3) ermittelten Parameter (NRR, n) enthält, auf Basis dessen ermittelt wird, ob die vierte Netznoteneinrichtung (2) für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, oder nicht.
2. Optisches Nachrichtennetzwerk (8) nach Anspruch 1, bei welchem der Parameter (NRR) Informationen bezüglich der Distanz zwischen der dritten Netznoteneinrichtung (3) und der zweiten Netznoteneinrichtung (6) enthält.
3. Optisches Nachrichtennetzwerk (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem bei der Ermittlung, ob die vierte Netznoteneinrichtung (2) für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, oder nicht, zusätzlich die Distanz zwischen der vierten Netznoteneinrichtung (3), und der zweiten Netznoteneinrichtung (6) berücksichtigt wird.

4. Optisches Nachrichtennetzwerk (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem bei der Ermittlung, ob die vierte Netzknoteneinrichtung (2) für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, oder nicht, zusätzlich die Distanz zwischen der vierten und der dritten Netzknoteneinrichtung (2, 3) berücksichtigt wird.
5. Optisches Nachrichtennetzwerk (8) nach Anspruch 4, bei welchem die vierte Netzknoteneinrichtung (2) dann für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, wenn die Distanz zwischen der vierten und der zweiten Netzknoteneinrichtung (2, 6) nicht kleiner ist, als die – um die Distanz zwischen vierter und dritter Netzknoteneinrichtung (2, 3) angepasste – Distanz zwischen dritter und zweiter Netzknoteneinrichtung (3, 6). 5
6. Optisches Nachrichtennetzwerk (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem eine derjenigen Netzknoteneinrichtungen (2, 3, 4) für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, die auf dem von der ersten Datenverbindung verwendeten Pfad von der Störstelle aus in Richtung derjenigen Netzknoteneinrichtung (1) liegt, die die erste Datenverbindung aufgebaut hat. 10
7. Optisches Nachrichtennetzwerk (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welchem eine derjenigen Netzknoteneinrichtungen (5) für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, die auf dem von der ersten Datenverbindung verwendeten Pfad von der Störstelle aus in Richtung der Ziel-Netzknoteneinrichtung (6) der ersten Datenverbindung liegt. 15
8. Optisches Nachrichtennetzwerk (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der von der dritten Netzknoteneinrichtung (3) ermittelte Parameter (NRR), oder ein weiterer, an die vierte Netzknoteneinrichtung (2) übertragener Parameter (n) Informationen darüber enthält, ob die dritte Netzknoteneinrichtung (3) ein dem Signalisiersignal (S32) entsprechendes, weiteres Signalisiersignal (S31) von einer mit der dritten Netzknoteneinrichtung (3) verbundenen, weiteren Netzknoteneinrichtung (4) erhalten hat. 20
9. Optisches Nachrichtennetzwerk (8) nach Anspruch 8, bei welchem der Parameter (NRR) oder der weitere Parameter (n) Informationen darüber enthält, welche Anzahl an weiteren Netzknoteneinrichtungen (4) ein dem Signalisiersignal (S32) entsprechendes, weiteres Signalisiersignal (S31) an entsprechende Netzknoteneinrichtungen (3) gesendet haben, wobei die weiteren Netzknoteneinrichtungen (4) direkt oder indirekt mit der dritten Netzknoteneinrichtung (3) verbunden sind. 25
10. Optisches Nachrichtennetzwerk nach Anspruch 9, bei welchem die vierte Netzknoteneinrichtung (2) dann für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, wenn die Anzahl einer vorbestimmten Anzahl entspricht.
11. Optisches Nachrichtennetzwerk (20), bei welchem über eine erste Datenverbindung zwischen einer ersten Netzknoteneinrichtung (1) und einer zweiten Netzknoteneinrichtung (6) optische Signale unter Zwischenschaltung mehrerer weiterer, miteinander verbundener Netzknoteneinrichtungen (2, 3, 4, 5) ausgetauscht werden, dadurch gekennzeichnet, dass nach einer Störung auf der ersten Datenverbindung zum Aufbau einer zweiten Datenverbindung, welche zumindest teilweise als Ersatz für die erste Datenverbindung fungiert, von einer dritten Netzknoteneinrichtung (3) ein Signalisiersignal (S32) an eine mit der dritten Netzknoteneinrichtung (3) verbundene vierte Netzknoteneinrichtung (2) gesendet wird, und die vierte Netzknoteneinrichtung (2) auf Basis eines Bernoulli-Experiments ermittelt, ob sie für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, oder nicht. 30
12. Optisches Nachrichtennetzwerk (20) nach Anspruch 11, bei welchem beim Bernoulli-Experiment die Anzahl der an die vierte Netzknoteneinrichtung (2) angeschlossenen Links berücksichtigt wird. 35
13. Optisches Nachrichtennetzwerk (20) nach Anspruch 11 oder 12, bei welchem beim Bernoulli-Experiment die Distanz zwischen der vierten Netzknoteneinrichtung (2) und einer weiteren Netzknoteneinrichtung, insbesondere der ersten und/oder zweiten Netzknoteneinrichtung (6) berücksichtigt wird. 40
14. Optisches Nachrichtennetzwerk (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die zweite Datenverbindung ganz oder teilweise über einen anderen, ungestörten Pfad verläuft, als die erste Datenverbindung.
15. Netzknoteneinrichtung (2) welche so ausgestaltet und eingerichtet ist, daß sie als vierte Netzknoteneinrichtung (2) in einem optischen Nachrichtennetzwerk (20) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 verwendbar ist.
16. Netzknoteneinrichtung (3) welche so ausgestaltet und eingerichtet ist, daß sie als dritte Netzknoteneinrichtung (3) in einem optischen Nachrichtennetzwerk (20) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 verwendbar ist. 45
17. Optisches Nachrichtenübermittlungsverfahren, wobei über eine erste Datenverbindung zwischen einer ersten Netzknoteneinrichtung (1) und einer zweiten Netzknoteneinrichtung (6) optische Signale unter Zwischenschaltung mehrerer weiterer, miteinander verbundener Netzknoteneinrichtungen (2, 3, 4, 5) ausgetauscht werden, dadurch gekennzeichnet, dass nach einer Störung auf der ersten Datenverbindung zum Aufbau einer zweiten Datenverbindung, welche zumindest teilweise als Ersatz für die erste Datenverbindung fungiert, von einer dritten Netzknoteneinrichtung (3) ein Signalisiersignal (S32) an eine mit der dritten Netzknoteneinrichtung (3) verbundene vierte Netzknoteneinrichtung (2) gesendet wird, welches einen von der dritten Netzknoteneinrichtung (3) ermittelten Parameter (NRR, n) enthält, auf Basis dessen ermittelt wird, ob die vierte Netzknoteneinrichtung (2) für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, oder nicht. 50

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG 1

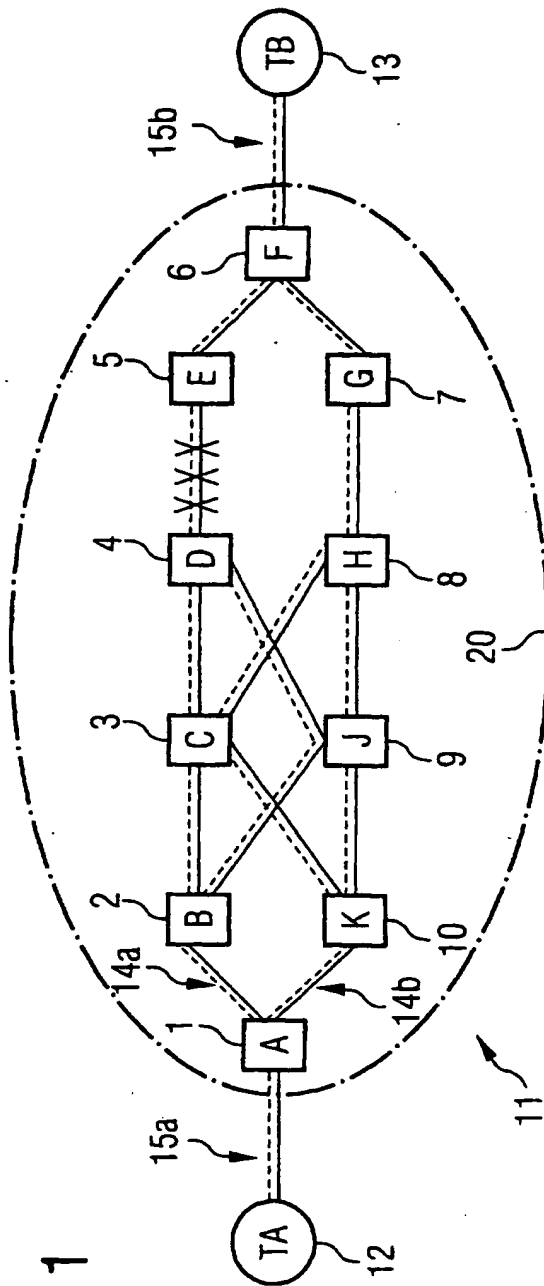


FIG 2b

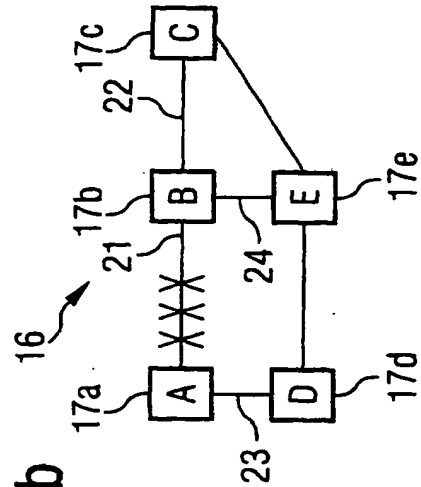


FIG 2a

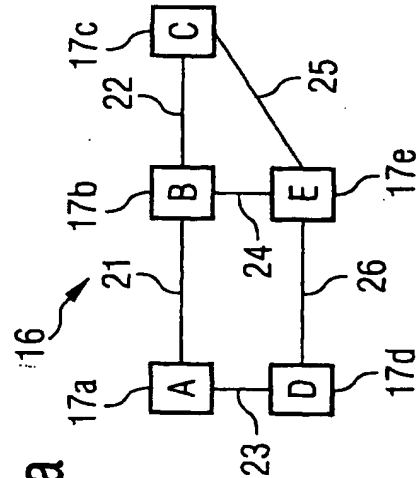


FIG 3

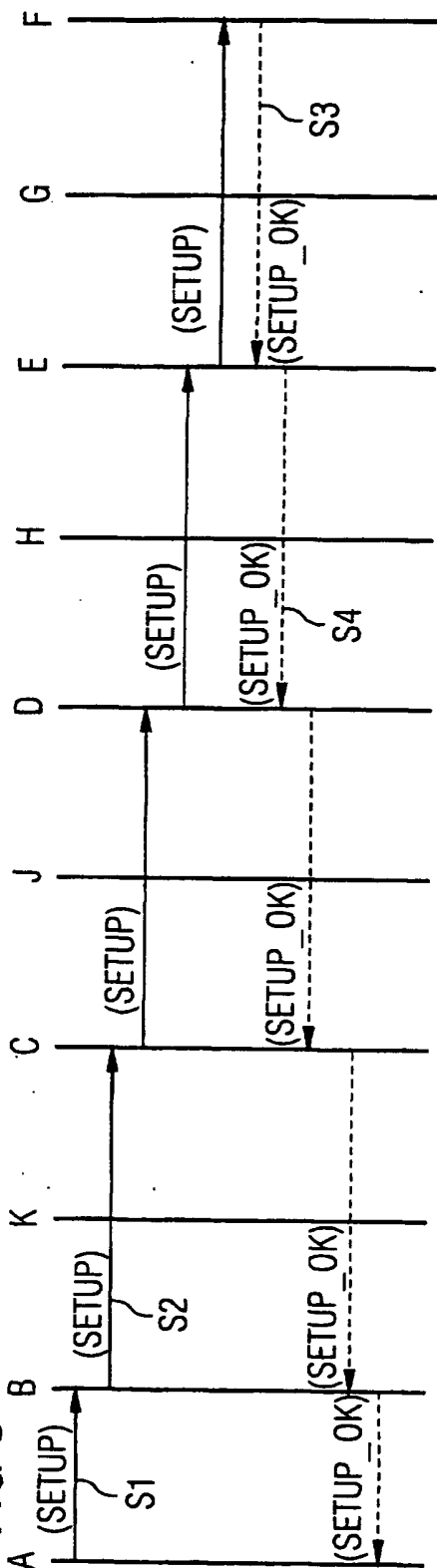
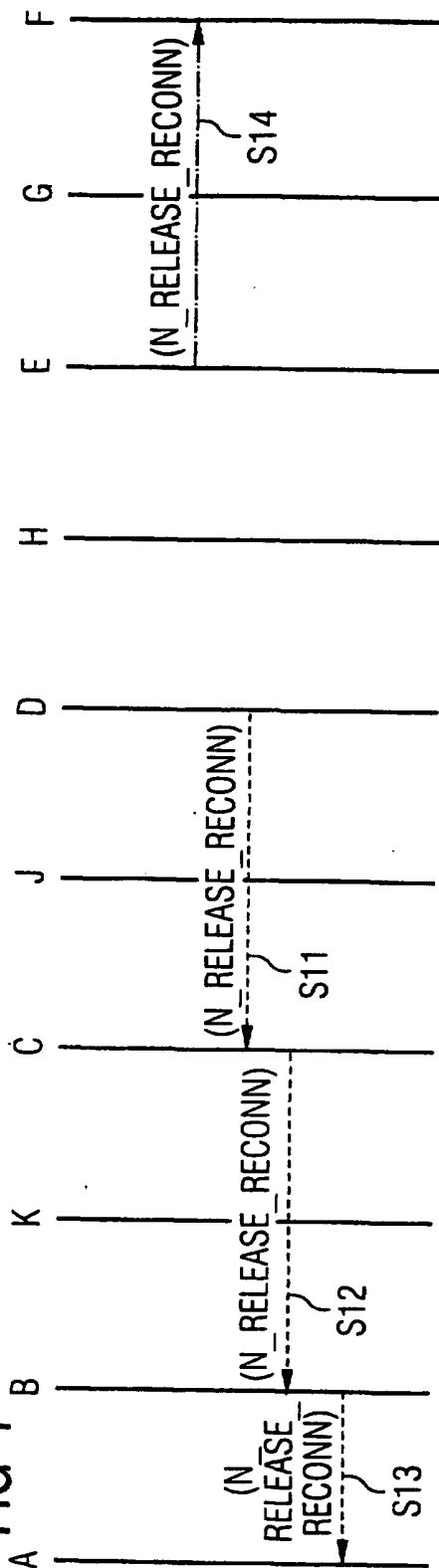


FIG 4



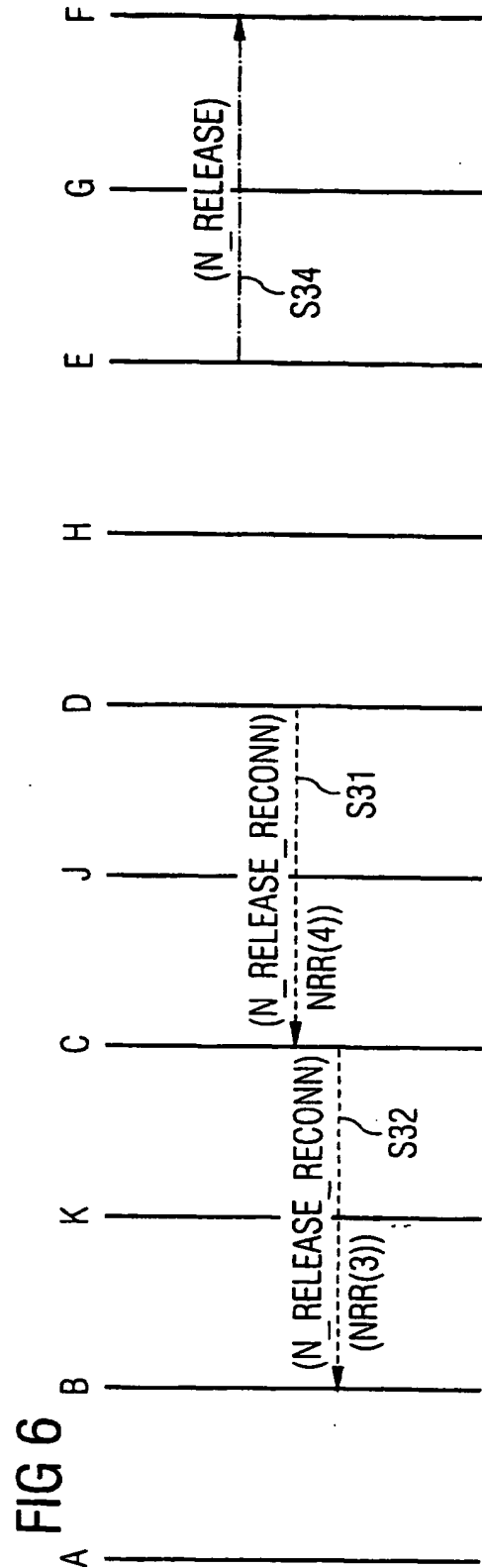
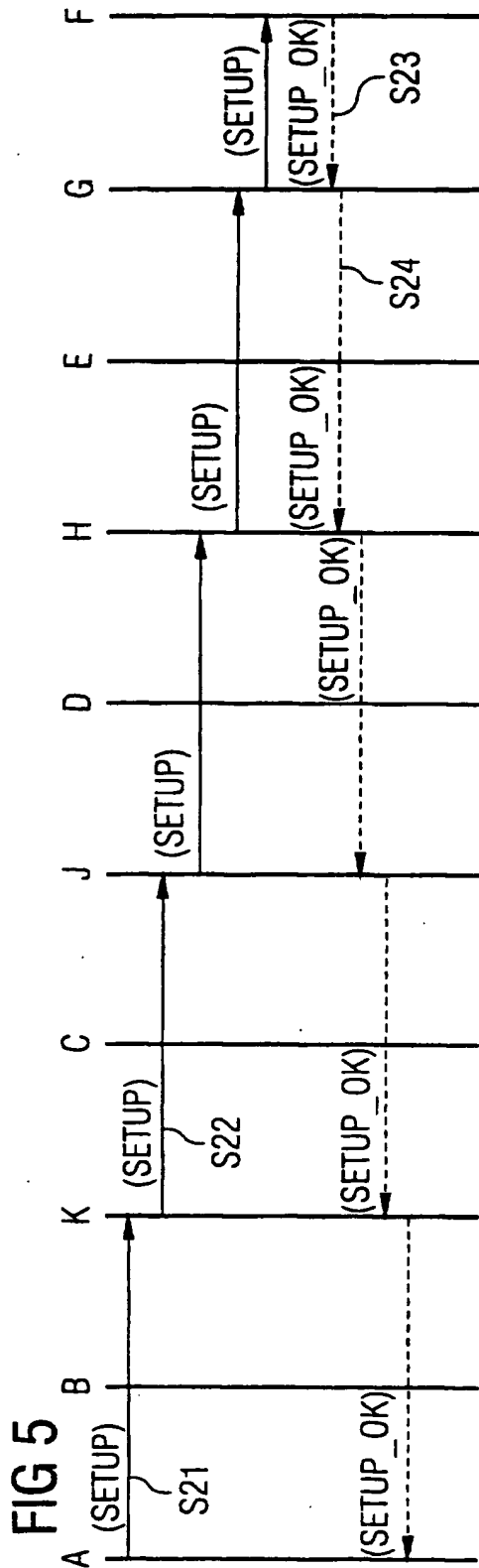


FIG 7

